



Pengaruh Suhu dan pH Elektrokoagulasi Terhadap Penurunan Kadar TSS dan COD pada Limbah Cair *Laundry*

Abdul Malik Yudhistira dan Muhammad Mujiburohman*

Jurusan Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jl. A. Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos 1
Surakarta 57102

*E-mail: mmujiburohman@ums.ac.id

Abstract

The liquid waste of laundry is known to contain various contaminants. This study investigated the treatment of the liquid waste of laundry using electrocoagulation, with temperature and pH variation. The electrodes used were a pair of aluminum, to produce ion Al^{3+} reacting with ion OH^- from the water, to form coagulant $Al(OH)_3$. The temperature was varied at 30°C, 50°C, and 70°C; while the pH was varied at 5 and 9. The quality of waste was measured from the level of total suspended solid (TSS) and chemical oxygen demand (COD). Within the range of studied parameters, the optimum conditions were obtained at temperature of 30-50°C and pH of 5, with the efficiency of decrease of TSS level and COD level of 39.71% and 58.35%, respectively.

Keywords: Electrocoagulation, Laundry waste, TSS, COD

Pendahuluan

Kesibukan aktivitas masyarakat membuat beberapa pekerjaan harian rumah tangga sulit dilakukan sendiri, sehingga membutuhkan bantuan penyedia jasa layanan seperti *laundry*. *Laundry* merupakan salah satu industri kecil hingga menengah yang berbentuk jasa layanan mencuci pakaian. *Laundry* berkembang pesat dan bermunculan dimana-mana terutama perkotaan yang mana masyarakatnya biasa berpikir praktis.

Meningkatnya usaha *laundry* akan memberikan dampak positif, salah satunya adanya penyerapan tenaga kerja. Akan tetapi, usaha *laundry* yang berkembang pesat juga memiliki dampak negatif, bahwa limbah cair *laundry* berpotensi mencemari air dan lingkungan. Hal ini dikarenakan sebagian besar limbah cair *laundry* yang dihasilkan dibuang begitu saja, seperti selokan, sungai, dan danau, tanpa melalui pengolahan dahulu.

Cara pembuangan limbah cair *laundry* yang dilakukan secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu ke saluran air dapat menurunkan kualitas air dan mempengaruhi ekosistem perairan serta kesehatan manusia (Nurajijah dkk., 2014). Limbah cair *laundry* mengandung beberapa kontaminan seperti fosfat, surfaktan, amoniak, padatan tersuspensi maupun terlarut, turbiditas, *biological oxygen demand* (BOD), dan *chemical oxygen demand* (COD) (Febrinda). Oleh karena itu, pengolahan limbah cair *laundry* sebelum dibuang ke saluran air perlu dilakukan.

Beberapa metode telah dikembangkan untuk mengolah limbah cair dengan menggunakan prinsip-prinsip koagulasi, sedimentasi, filtrasi, dan adsorpsi. Diantara teknologi pengolahan yang ada, koagulasi dengan bantuan aliran listrik atau disebut elektrokoagulasi diakui secara luas karena prosesnya yang sederhana, biaya rendah, mudah dalam pengoperasian, dan lebih sedikit menghasilkan produk sampingan [4]. Elektrokoagulasi terbukti efektif dalam menghilangkan kontaminan dari air dengan mengurangi produksi lumpur, tidak ada tambahan bahan kimia serta mudah dalam prosesnya (Sahu dkk., 2014). Faktor yang mempengaruhi elektrokoagulasi diantaranya suhu dan pH. Diketahui elektrokoagulasi pada pH 2-7 efisiensi meningkat dalam menghilangkan zat tersuspensi dan ketika pH > 8 mengalami penurunan efisiensi (Vasudevan dkk., 2011). Metode elektrokoagulasi menerapkan prinsip reaksi reduksi dan oksidasi (redoks), yang mana pelepasan ion positif dari anoda berpotensi berikatan dengan ion negatif membentuk koagulan tertentu. Koagulan inilah yang membantu proses penggumpalan dan pengendapan kontaminan dalam limbah cair.

Mempertimbangkan jenis kontaminan yang ada dalam limbah cair *laundry*, penelitian ini mengolah limbah cair *laundry* menggunakan metode elektrokoagulasi. Pengaruh suhu dan pH terhadap kualitas limbah diinvestigasi. Kualitas limbah diukur dari kadar *total suspended solid* (TSS) dan *chemical oxygen demand* (COD).

Metode Penelitian

Variabel, Alat, dan Bahan

Penelitian bersifat eksperimental, menggunakan metode rancangan acak dua faktor dengan dua perlakuan, yaitu suhu dan pH. Suhu divariasikan 30°C, 50°C, dan 70°C, sementara pH divariasikan 5 dan 9. Variabel tergantung berupa kualitas limbah yang dinyatakan dalam kadar TSS dan COD. Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta. Pengujian nilai kadar TSS dan COD dilakukan di Dinas Lingkungan Kabupaten Sukoharjo.

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain, adaptor, batang pengaduk, gelas beker, *hotplate*, kabel penghubung, labu ukur, motor pengaduk, neraca analitik, pH meter, pipet volume, plat aluminium, power supply DC, selang, dan termometer. Sedangkan untuk bahan yang digunakan antara lain air sampel limbah *laundry*, aquades, larutan HCl, dan larutan NaOH.

Cara Kerja

Persiapan Sampel dan Sel Elektrokoagulasi

Sampel berasal dari limbah cair *laundry* D'A Laundry di desa Menco Gonilan Sukoharjo, sejumlah 19 L. Sel elektrokoagulasi menggunakan elektroda berbahan aluminium dengan bak elektrokoagulasi yang bertindak sebagai reaktor berupa gelas beker 2 L. Permukaan elektroda berdimensi 5x10x0,2 cm, dan disusun secara paralel dalam bak elektrokoagulasi. Masing-masing elektroda dihubungkan pada *power supply* dengan kabel penghubung secara paralel. Tegangan diberikan secara paralel dan kuat arus diberikan secara seri.

Proses Elektrokoagulasi

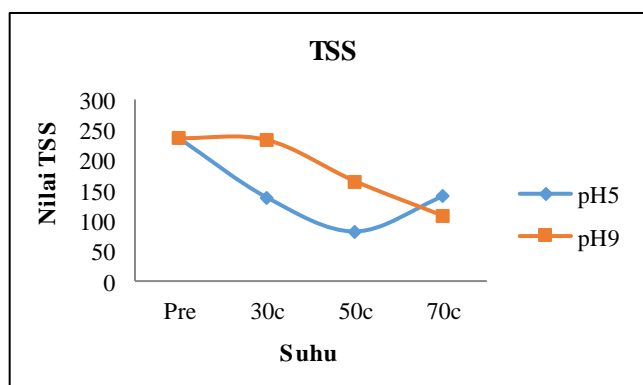
Proses elektrokoagulasi dilakukan pada tegangan listrik 15 V selama 30 menit, dengan kecepatan pengadukan 150 rpm. Reaktor diletakkan di atas *hotplate* untuk mengkondisikan variasi suhu; sementara pengaturan pH menggunakan larutan 0,01 N HCl dan larutan 0,01 N NaOH.

Analisis Kadar TSS dan COD

Analisis nilai kadar TSS dan COD dilakukan sebelum (*pretreatment*) dan sesudah proses elektrokoagulasi. Analisis dilakukan di Dinas Lingkungan Hidup Kota Sukoharjo, dengan prosedur merujuk pada SNI 06.6989.3-2004 dan SNI 6989.2:2009.

Hasil dan Pembahasan

Karakteristik limbah *laundry* yang digunakan memiliki pH ± 6 , nilai TSS 136 mg/L, dan nilai COD 1762 mg/L, di atas ambang batas menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. KEP-51/MENLH/10/1995, masing-masing 100 mg/L dan 300 mg/L. Pengaruh suhu dan pH terhadap penurunan TSS dan COD ditunjukkan pada Gambar 1 dan 2.



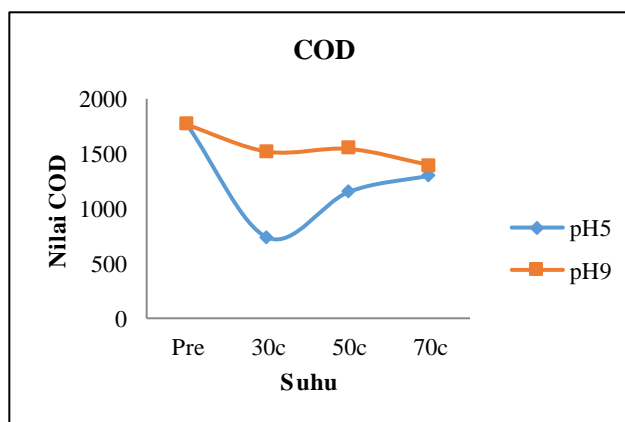
Gambar 1. Pengaruh pH dan suhu terhadap nilai kadar TSS limbah *laundry*

Terlihat bahwa pH 5 (kondisi asam) memberikan penurunan kadar TSS yang lebih baik dari pada pH 9 (kondisi basa). Hal ini disebabkan pada kondisi basa, tingginya konsentrasi ion OH^- menyebabkan terbentuknya $\text{Al}(\text{OH})_4^-$, dan mengurangi pembentukan koagulan $\text{Al}(\text{OH})_3$ (Yunitasari dkk., 2017). Hal ini sejalan dengan diperoleh Vasudevan dkk (2011) bahwa elektrokoagulasi pada pH antara 2-7 mengalami kenaikan efisiensi dalam menghilangkan zat tersuspensi, sedangkan pada pH 8-12 mengalami penurunan efisiensi.

Suhu juga mempengaruhi proses elektrokoagulasi dimana kenaikan suhu menurunkan kadar TSS. Naiknya suhu mempercepat gerakan *suspension solid* menuju koagulan, sehingga mempercepat pengendapan. Penurunan kadar TSS

dengan naiknya suhu dari 20-60°C juga dijumpai pada penelitian penurunan kadar fosfat dalam limbah oleh Vasudevan dkk. (2009). Akan tetapi, semakin tinggi suhu juga memperbesar kelarutan sebagian besar jenis *suspension solid* dalam campuran (Gao dkk., 2010). Untuk pH 5 terlihat di atas suhu 50°C kadar TSS dalam limbah naik kembali; sementara pada pH 9 tren serupa kemungkinan dijumpai di atas suhu 70°C. Pada interval variabel yang dipelajari, kondisi optimal penurunan TSS terjadi pada pH 5 suhu 50°C, yaitu menjadi 82 mg/L atau efisiensi penurunan sebesar 39,71%. Terlihat kadar TSS sudah di bawah ambang batas maksimal yang diizinkan.

Gambar 2 menunjukkan pengaruh suhu dan pH terhadap kadar COD. pH 5 dan 9 memiliki tren yang berbeda. pH 9 memiliki tren serupa dengan pengaruh terhadap TSS yang mana semakin tinggi suhu, semakin rendah kadar COD. Hal ini berlaku sebaliknya untuk pH 5. Meski demikian, pada interval variabel yang dipelajari, pH 5 memberikan penurunan COD yang lebih rendah dari pada pH 9. Kenaikan pH menghasilkan efisiensi penurunan COD yang lebih rendah juga dijumpai pada penelitian Bayar dkk., (2011). Pada penelitian ini didapat kondisi optimum dalam penurunan kadar COD pada pH 5 dan suhu 30°C.



Gambar 2. Pengaruh pH dan suhu terhadap penurunan kadar COD limbah *laundry*

Kesimpulan

Pengolahan limbah *laundry* dengan elektrokoagulasi menggunakan elektroda aluminium telah dilakukan. Suhu dan pH terbukti mempengaruhi kadar TSS dan COD dalam limbah. Pada kondisi asam (pH 5) terdapat suhu optimal untuk menurunkan kadar TSS. Pada kondisi basa (pH 9), kenaikan suhu menurunkan baik TSS maupun COD. Pada interval variabel yang dipelajari, penurunan TSS terbesar diperoleh pada pH 5 suhu 50°C, sementara penurunan COD terbesar diperoleh pada pH 5 suhu 30°C. Kadar TSS dapat diturunkan sampai di bawah ambang batas maksimal yang diizinkan. Adapun untuk menurunkan COD di bawah ambang batasnya, diperlukan elektrokoagulasi bertahap.

Daftar Pustaka

- Ashari, Dedik B, dan D. S. Efektivitas elektroda pada proses elektrokoagulasi untuk pengolahan air asam tambang. *Jurnal Penelitian Sains* 2015; 17(2): 45–50.
- Bayar S, Yildiz SY, Yilmaz EA, Irdemez S. The effect of stirring speed and current density on removal of poultry slaughterhouse wastewater by electrocoagulation method. Department of Environment Engineering, Ataturk University, Turkey. 2011.
- Bazrafshan E, Biglari H and Mahvi AH. Phenol removal by electrocoagulation process from aqueous solutions. *Fresenius Environmental Bulletin* 2012; 21 (2): 364–371.
- Doraja PH, Shovitri M, Kuswyatari ND. Biodegradasi limbah domestik dengan menggunakan inokulum alami dari tangki septik. *Jurnal Saind dan Seni ITS* 2012; 1 (1): 36-41
- Fachrurozi M, Utami LB and Suryani D. Pengaruh variasi biomassa *pistia stratiotes* l. terhadap penurunan kadar bod, cod, dan tss limbah cair tahu di dusun klero sleman yogyakarta. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (Journal of Public Health)* 2016; 4 (1): 1–16.
- Febrianda E, Harahap S, Purwanto E. efektivitas penggunaan biofilter dengan proses anaerob, aerob, dan eceng gondok (*eichhornia crassipes*) untuk menurunkan kadar TSS, TDS pada limbah cair laundry. *Jurnal Online Mahasiswa* 2018; 5: 1-10
- Gao S, Yang J, Tian J, Ma F, Tu G, Du M. Electro-coagulation – flotation process for algae removal. *Journal of Hazardous Materials* 2010; 177 (1–3): 336–343.
- Gomes AJ, Kamol KD, Sadia AJ, David LC. Treatment of truck wash water using electrocoagulation. *Desalination and Water Treatment* 2016; 57 (54): 25991–26002.
- Guohua C. Electrochemical technologies wastewater treatment. *Sep Purif Technol* 2004; 38(1): 11-41.



- Nurajijah L, Harjunowibowo D and Radiyono Y. Pengaruh Variasi Tegangan pada Pengolahan Limbah Cair Laundry Menggunakan Proses Elektrolisis Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika (JMPF). Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika 2010; 4: 31–35.
- Prayitno, Ridantami V, indah MM. Pengaruh ph terhadap penurunan konsentrasi thorium dalam limbah menggunakan proses. Urania 2018; 24 (3): 187–198.
- Sahu O, Mazumdar B and Chaudhari PK. Treatment of wastewater by electrocoagulation: A review. Environmental Science and Pollution Research 2014; 21(4): 2397–2413.
- Vasudevan S, Lakshmi J, Jayaraj J, Sozhan G. Remediation of phosphate contaminated water by electrocoagulation with aluminium, aluminium alloy and mild steel anodes. J Hazard Mater, 2009; 164: 1480–1486
- Vasudevan S, Kannan BS, Lakshmi J, Mohanraj S, Sozhan G. Effects of alternating and direct current in electrocoagulation process on the removal of fluoride from water. Journal of Chemical Technology and Biotechnology 2011; 86: 428–436.
- Vasudevan S, Lakshmi J and Sozhan G. Studies on the removal of arsenate by electrochemical coagulation using aluminum alloy anode. Clean Soil Air Water 2010; 38: 506–515.
- Wasinton Simanjuntak, IGS dan RR. Elektrokoagulasi limbah cair industri tahu. Junal MIPA Universitas Lampung 2007; 13(2): 89–94.
- Yunitasari Y, Elystia S, Andesgur I. Metode elektrokoagulasi untuk mengolah limbah cair batik di unit kegiatan masyarakat rumah batik andalan PT. Riau Andalan *Pulp and Paper* (RAPP). Teknik Lingkungan, Universitas Riau, Pekanbaru. 2017.



Lembar Tanya Jawab

Moderator : Wibiana Wulan Nandari (UPN "Veteran" Yogyakarta)
Notulen : Yuli Ristianingsih (UPN "Veteran" Yogyakarta)

1. Penanya : Oki Setiawan (UGM)
Pertanyaan : Mengapa suhu divariasikan? bukannya ketika ada arus maka suhu akan meningkat
Jawaban : Berdasarkan pada reverensi sebelumnya yang mengambil range suhu 20-60° C sehingga pada penelitian ini suhu divariasikan. Selain itu peningkatan suhu yang terjadi tidak jauh berbeda karena suhu dijaga sesuai kondisi operasi yang dirancang.
2. Penanya : Oki Setiawan (UGM)
Pertanyaan : Apakah ada pengambilan sampel perwaktu?, jika tidak mengapa waktu diset 30 menit?
Jawaban : Pengambilan perwaktu tidak ada. Karena, penelitian ini lebih fokus pada variasi suhu dan PH. Waktu diset 30 menit karena semakin lama waktu dikhawatirkan elektroda akan mengalami kejenuhan sehingga tidak bisa mengikat partikel COD dan TSS dari air limbah.
3. Penanya : Oki Setiawan (UGM)
Pertanyaan : Bukannya elektrokoagulasi lebih berpengaruh jarak antara plat?
Jawaban : Benar, elektrokoagulasi dipengaruhi jarak antara plat, tapi pada penelitian ini tidak fokus pada variasi tersebut.
4. Penanya : Oki Setiawan (UGM)
Pertanyaan : Bagaimana mekanismenya?
Jawaban : Belum sampai tahap mekanisme.